

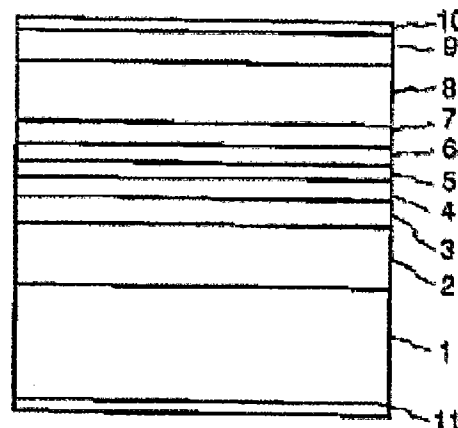
SEMICONDUCTOR LASER

Publication number: JP10032364
Publication date: 1998-02-03
Inventor: FUKUNAGA TOSHIAKI; WADA MITSUGI
Applicant: FUJI PHOTO FILM CO LTD
Classification:
- **International:** **H01S5/00; H01S5/00;** (IPC1-7): H01S3/18
- **European:**
Application number: JP19960187353 19960717
Priority number(s): JP19960187353 19960717

Report a data error here

Abstract of JP10032364

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve a semiconductor laser in reliability even when it outputs a high power by a method in which a quantum well active layer, a first and a second barrier layer, and a first and a second optical waveguide layer are all set equal in a composition ratio of V component As to P.
SOLUTION: Clad layers 2 and 8 and optical waveguide layers 3 and 7 are set in composition so as to lattice-match a GaAs substrate 1. Compression distorted barrier layers 4 and 6 are set in thickness so as not to cause defects such as displacement or the like while the layers 4 and 6 are grown, and the compression distorted barrier layers 4 and 6 is set in distortion so as to make up for the compressive distortion of an active layer 5 sandwiched in between them. At this point, the active layer 5, the optical waveguide layers 3 and 7, and the compression distorted barrier layers 4 and 6 are all the same in the composition ratio of V component As to P, so that V raw materials of AsH₃ and PH₃ used in a MOCVD growth process are not required to be switched, and a hetero-interface can be stably formed. In result, a distorted quantum well semiconductor device of wavelength 0.6 to 0.8 μ m, which is kept high in reliability at a high output power, can be obtained.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

United States Patent [19]**Wada et al.**[11] **Patent Number:** **6,028,874**[45] **Date of Patent:** **Feb. 22, 2000**[54] **SEMICONDUCTOR LASER**[75] **Inventors:** **Mitsugu Wada; Toshiaki Fukunaga,**
both of Kanagawa-ken, Japan[73] **Assignee:** **Fuji Photo Film Co., Ltd.,**
Kanagawa-ken, Japan[21] **Appl. No.:** **08/877,958**[22] **Filed:** **Jun. 17, 1997**[30] **Foreign Application Priority Data**

Jun. 17, 1996	[JP]	Japan	8-155691
Jul. 17, 1996	[JP]	Japan	8-187353

[51] **Int. Cl.⁷** **H01S 3/19**[52] **U.S. Cl.** **372/45; 372/46**[58] **Field of Search** **372/45, 46; 437/129**[56] **References Cited****U.S. PATENT DOCUMENTS**

5,363,392	11/1994	Kasukawa	372/45
5,496,767	3/1996	Yoshida	437/129
5,734,671	3/1998	Katsuyama	372/46

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

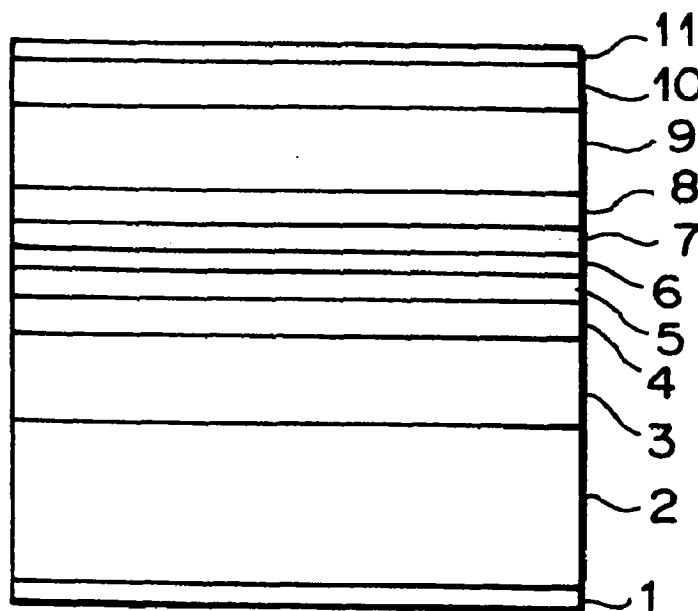
0 660 472	6/1995	European Pat. Off. .
2 293 045	3/1996	United Kingdom .

OTHER PUBLICATIONS

"Appl. Phys. Lett." 62(1993) 1644 (Apr.).

"IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics"
vol. 1, No. 2(1995) p. 712 (Jun.)."IEEE Journal of Quantum Electronics" QE-27(1991) p.
1483 (Jun.).M. SAGAWA et al., "High-Power Highly-reliable Operation of 0.98- μ m InGaAs-InGaP Strain-Compensated Single-Quantum-Well Lasers with Tensile-Strained InGaAsP Barriers" IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS, vol. 1, no. 2, 1 Jun. 1995, pps. 189-195.G. ZHANG et al., "Strain-compensated inGaAs/GaAsP/GaInAsP/GaInP quantum well lasers (0.98 μ m) grown by gas-source molecular beam epitaxy", APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 62, no. 14, 5 Apr. 1993, pp. 1644-1646.*Primary Examiner*—Rodney Bovernick*Assistant Examiner*—Yisun Song*Attorney, Agent, or Firm*—Sughrue, Mion, Zinn, Macpeak & Seas, PLLC[57] **ABSTRACT**

A III-V group semiconductor laser includes a first clad layer, a first optical waveguide layer, a first barrier layer, an active layer, a second barrier layer, a second optical waveguide layer and a second clad layer formed in this order on a GaAs substrate which is a III-V group compound semiconductor. Each of the first and second clad layers and the first and second optical waveguide layers is of a composition which matches with the GaAs substrate in lattice. The active layer is of a composition which induces compressive strain on the GaAs substrate. Each of the first and second barrier layers is of a composition which induces tensile strain on the GaAs substrate, thereby compensating for the compressive strain induced in the active layer. The ratio of V group elements contained in the first optical waveguide layer is the same as that in the first barrier layer, and the ratio of V group elements contained in the second optical waveguide layer is the same as that in the second barrier layer.

4 Claims, 3 Drawing Sheets

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-32364

(43)公開日 平成10年(1998)2月3日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 S 3/18

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平8-187353

(22)出願日 平成8年(1996)7月17日

(71)出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 福永 敏明

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

(72)発明者 和田 貢

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

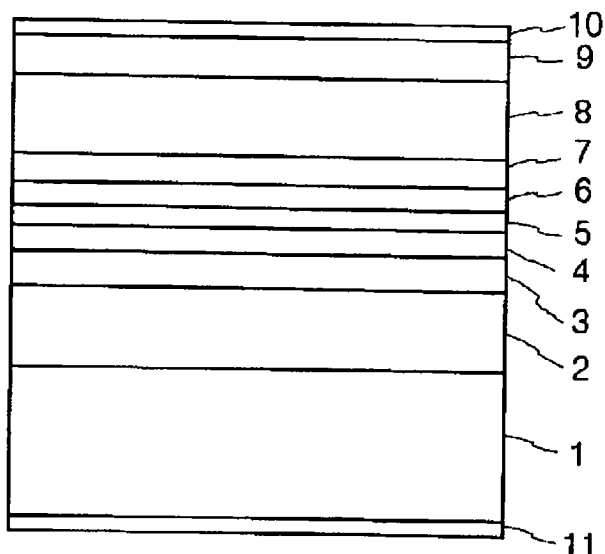
(74)代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54)【発明の名称】 半導体レーザ

(57)【要約】

【課題】 分離閉じ込めヘテロ構造のIII-V族半導体レーザにおいて、高出力発振下における信頼性を向上させる。

【解決手段】 n-GaAs基板1上に、n-In_x4 (Ga_{1-x}4 Al_x4)_{1-x4} ASi_{1-y4} Py₄ クラッド層2、n-In_x3 (Ga_{1-x}3 Al_x3)_{1-x3} ASi_{1-y} Py 光導波層3、In_x2 (Ga_{1-x}2 Al_x2)_{1-x2} ASi_{1-y} Py 圧縮歪障壁層4、In_x1 Ga_{1-x}1 ASi_{1-y} Py 引張り歪量子井戸活性層5、In_x2 (Ga_{1-x}2 Al_x2)_{1-x2} ASi_{1-y} Py 圧縮歪障壁層6、p-In_x3 (Ga_{1-x}3 Al_x3)_{1-x3} ASi_{1-y} Py 光導波層7、p-In_x4 (Ga_{1-x}4 Al_x4)_{1-x4} ASi_{1-y4} Py₄ クラッド層8、p-GaAsコンタクト層9を順次成長させる。なお、障壁層4、6は、活性層5の引張り歪を補償する歪量の圧縮歪を有するものとする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 GaAs 基板上に、少なくとも第一導電型クラッド層、第一光導波層、第一障壁層、量子井戸活性層、第二障壁層、第二光導波層および第二導電型クラッド層が順次積層されてなる分離閉じ込めヘテロ構造の III-V 族半導体レーザにおいて、前記量子井戸活性層が、V 族組成として As, P 元素を含む、前記 GaAs 基板に対して引張り歪を有する組成からなり、前記量子井戸活性層を挟む前記第一および第二障壁層が、In, Ga, Al, As, P の 5 元を含む、前記引張り歪を補償する圧縮歪を有する組成からなり、前記第一および第二光導波層が、In, Ga, Al, As, P の 5 元を含む、前記 GaAs 基板に格子整合する組成からなり、前記第一および第二導電型クラッド層が、前記 GaAs 基板に格子整合する組成からなり、前記量子井戸活性層と、前記第一および第二障壁層と、前記第一および第二光導波層との V 族組成 As, P が同じ組成比であることを特徴とする III-V 族半導体レーザ。

【請求項2】 前記GaAsの格子定数を a_{GaAs} としたとき、
前記量子井戸活性層の組成を $\text{In}_{x1} \text{Ga}_{1-x1} \text{As}_{1-y1} \text{P}_{y1}$ ($0.0 \leq x1 \leq 1.0, 0.1 \leq y1 \leq 0.9$)、該 $\text{In}_{x1} \text{Ga}_{1-x1} \text{As}_{1-y1} \text{P}_{y1}$ のバルクにおける格子定数を a としたとき、前記引張り歪の歪量 $= (a_{\text{GaAs}} - a) / a_{\text{GaAs}} \geq 0.3\%$ なる組成比とし、
前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x2} (\text{Ga}_{1-x2} \text{Al}_{x2})_{1-x2} \text{As}_{1-y2} \text{P}_{y2}$ ($0.0 \leq x2 \leq 1.0, y2=y1, 0.0 \leq z2 \leq 1.0$) とし、
前記第一および第二光導波層の組成を $\text{In}_{x3} (\text{Ga}_{1-x3} \text{Al}_{x3})_{1-x3} \text{As}_{1-y3} \text{P}_{y3}$ ($0.0 \leq x3 \leq 1.0, y3=y1, 0.0 \leq z3 \leq 1.0$) とし、
前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x4} (\text{Ga}_{1-x4} \text{Al}_{x4})_{1-x4} \text{As}_{1-y4} \text{P}_{y4}$ ($0.0 \leq x4 \leq 1.0, 0.0 \leq y4 \leq 0.9, 0.0 \leq z3 \leq 1.0$) とすることを特徴とする請求項1記載のIII-V族半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体レーザに関し、特に詳しくは半導体レーザを構成する半導体層の組成に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、0.6-0.7 μm 帯の半導体レーザとしてIEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, Vol.1, No.2(1995)pp.712に示されるようなn-GaAs基板に、n-InGaAlP クラッド層、i-InGaAlP 光導波層、InGaAlP バリア層と引張り歪InGaP 井戸層からなる多重量子井戸活性層、i-InGaAlP 光導波層、p-InGaAlP クラッド層、p-GaAsキャップ層を積層してなる半導

体レーザーが一般的である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この構造はIEE Journal of Quantum Electronics, QE-27(1991)pp.1483 に示すように、InGaP の成長が基板面方位や成長条件に大きく依存し、再現性よく良好な結晶を得ることができないという欠点がある。また、活性層が引張り歪を有しているために、高信頼性が得られないという欠点がある。

10 【0004】さらに、有機金属気相成長(MOCVD)法における結晶成長において、クラッド層-光導波層界面、障壁層-活性層界面、あるいはそれらの逆の成長過程において、V族水素化物ガス(PH_3 、 AsH_3)の切換時にPとAsの急激な置換が生じ結晶表面の状態を不安定にしてしまうため、各層間の界面を高品質で安定に再現性良くつくることができず、また、界面の上に成長する結晶の品質を落としてしまうという欠点がある。

【0005】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、高出力共振下においても信頼性の高い $0.6\text{--}0.8\mu\text{m}$ 帯の歪量子井戸半導体レーザを提供することを目的とするものである。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】本発明のIII-V族半導体レーザは、GaAs基板上に、少なくとも第一導電型クラッド層、第一光導波層、第一障壁層、量子井戸活性層、第二障壁層、第二光導波層および第二導電型クラッド層が順次積層されてなる分離閉じ込めヘテロ構造のIII-V族半導体レーザにおいて、前記量子井戸活性層が、V族組成としてAs, P 元素を含む、前記GaAs基板に対して引張り歪を有する組成からなり、前記量子井戸活性層を挟む前記第一および第二障壁層が、In, Ga, Al, As, Pの5元を含む、前記引張り歪を補償する圧縮歪を有する組成からなり、前記第一および第二光導波層が、In, Ga, Al, As, Pの5元を含む、前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記第一および第二導電型クラッド層が、前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記量子井戸活性層と、前記第一および第二障壁層と、前記第一および第二光導波層とのV族組成As, Pが同じ組成比であることを特徴とするものである。

40 【0007】上記半導体レーザは、前記GaAsの格子定数を a_{GaAs} としたとき、前記量子井戸活性層の組成を $\text{In}_{x1} \text{Ga}_{1-x1} \text{As}_{1-y1} \text{P}_{y1}$ ($0.0 \leq x1 \leq 1.0$, $0.1 \leq y1 \leq 0.9$)、該 $\text{In}_{x1} \text{Ga}_{1-x1} \text{As}_{1-y1} \text{P}_{y1}$ のバルクにおける格子定数を a としたとき、前記引張り歪の歪量 $= (a_{\text{GaAs}} - a) / a_{\text{GaAs}}$ $\geq 0.3\%$ なる組成比とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x2} (\text{Ga}_{1-z2} \text{Al}_{z2})_{1-x2} \text{As}_{1-y2} \text{P}_{y2}$ ($0.0 \leq x2 \leq 1.0$, $y2=y1$, $0.0 \leq z2 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二光導波層の組成を $\text{In}_{x3} (\text{Ga}_{1-z3} \text{Al}_{z3})_{1-x3} \text{As}_{1-y3} \text{P}_{y3}$ ($0.0 \leq x3 \leq 1.0$, $y3=y1$, $0.0 \leq z3 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x4} (\text{Ga}_{1-z4} \text{Al}_{z4})_{1-x4} \text{As}_{1-y4} \text{P}_{y4}$ ($0.0 \leq x4 \leq 1.0$, $y4=y1$, $0.0 \leq z4 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x5} (\text{Ga}_{1-z5} \text{Al}_{z5})_{1-x5} \text{As}_{1-y5} \text{P}_{y5}$ ($0.0 \leq x5 \leq 1.0$, $y5=y1$, $0.0 \leq z5 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x6} (\text{Ga}_{1-z6} \text{Al}_{z6})_{1-x6} \text{As}_{1-y6} \text{P}_{y6}$ ($0.0 \leq x6 \leq 1.0$, $y6=y1$, $0.0 \leq z6 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x7} (\text{Ga}_{1-z7} \text{Al}_{z7})_{1-x7} \text{As}_{1-y7} \text{P}_{y7}$ ($0.0 \leq x7 \leq 1.0$, $y7=y1$, $0.0 \leq z7 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x8} (\text{Ga}_{1-z8} \text{Al}_{z8})_{1-x8} \text{As}_{1-y8} \text{P}_{y8}$ ($0.0 \leq x8 \leq 1.0$, $y8=y1$, $0.0 \leq z8 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x9} (\text{Ga}_{1-z9} \text{Al}_{z9})_{1-x9} \text{As}_{1-y9} \text{P}_{y9}$ ($0.0 \leq x9 \leq 1.0$, $y9=y1$, $0.0 \leq z9 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x10} (\text{Ga}_{1-z10} \text{Al}_{z10})_{1-x10} \text{As}_{1-y10} \text{P}_{y10}$ ($0.0 \leq x10 \leq 1.0$, $y10=y1$, $0.0 \leq z10 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x11} (\text{Ga}_{1-z11} \text{Al}_{z11})_{1-x11} \text{As}_{1-y11} \text{P}_{y11}$ ($0.0 \leq x11 \leq 1.0$, $y11=y1$, $0.0 \leq z11 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x12} (\text{Ga}_{1-z12} \text{Al}_{z12})_{1-x12} \text{As}_{1-y12} \text{P}_{y12}$ ($0.0 \leq x12 \leq 1.0$, $y12=y1$, $0.0 \leq z12 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x13} (\text{Ga}_{1-z13} \text{Al}_{z13})_{1-x13} \text{As}_{1-y13} \text{P}_{y13}$ ($0.0 \leq x13 \leq 1.0$, $y13=y1$, $0.0 \leq z13 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x14} (\text{Ga}_{1-z14} \text{Al}_{z14})_{1-x14} \text{As}_{1-y14} \text{P}_{y14}$ ($0.0 \leq x14 \leq 1.0$, $y14=y1$, $0.0 \leq z14 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x15} (\text{Ga}_{1-z15} \text{Al}_{z15})_{1-x15} \text{As}_{1-y15} \text{P}_{y15}$ ($0.0 \leq x15 \leq 1.0$, $y15=y1$, $0.0 \leq z15 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x16} (\text{Ga}_{1-z16} \text{Al}_{z16})_{1-x16} \text{As}_{1-y16} \text{P}_{y16}$ ($0.0 \leq x16 \leq 1.0$, $y16=y1$, $0.0 \leq z16 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x17} (\text{Ga}_{1-z17} \text{Al}_{z17})_{1-x17} \text{As}_{1-y17} \text{P}_{y17}$ ($0.0 \leq x17 \leq 1.0$, $y17=y1$, $0.0 \leq z17 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x18} (\text{Ga}_{1-z18} \text{Al}_{z18})_{1-x18} \text{As}_{1-y18} \text{P}_{y18}$ ($0.0 \leq x18 \leq 1.0$, $y18=y1$, $0.0 \leq z18 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x19} (\text{Ga}_{1-z19} \text{Al}_{z19})_{1-x19} \text{As}_{1-y19} \text{P}_{y19}$ ($0.0 \leq x19 \leq 1.0$, $y19=y1$, $0.0 \leq z19 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x20} (\text{Ga}_{1-z20} \text{Al}_{z20})_{1-x20} \text{As}_{1-y20} \text{P}_{y20}$ ($0.0 \leq x20 \leq 1.0$, $y20=y1$, $0.0 \leq z20 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x21} (\text{Ga}_{1-z21} \text{Al}_{z21})_{1-x21} \text{As}_{1-y21} \text{P}_{y21}$ ($0.0 \leq x21 \leq 1.0$, $y21=y1$, $0.0 \leq z21 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x22} (\text{Ga}_{1-z22} \text{Al}_{z22})_{1-x22} \text{As}_{1-y22} \text{P}_{y22}$ ($0.0 \leq x22 \leq 1.0$, $y22=y1$, $0.0 \leq z22 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x23} (\text{Ga}_{1-z23} \text{Al}_{z23})_{1-x23} \text{As}_{1-y23} \text{P}_{y23}$ ($0.0 \leq x23 \leq 1.0$, $y23=y1$, $0.0 \leq z23 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x24} (\text{Ga}_{1-z24} \text{Al}_{z24})_{1-x24} \text{As}_{1-y24} \text{P}_{y24}$ ($0.0 \leq x24 \leq 1.0$, $y24=y1$, $0.0 \leq z24 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x25} (\text{Ga}_{1-z25} \text{Al}_{z25})_{1-x25} \text{As}_{1-y25} \text{P}_{y25}$ ($0.0 \leq x25 \leq 1.0$, $y25=y1$, $0.0 \leq z25 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x26} (\text{Ga}_{1-z26} \text{Al}_{z26})_{1-x26} \text{As}_{1-y26} \text{P}_{y26}$ ($0.0 \leq x26 \leq 1.0$, $y26=y1$, $0.0 \leq z26 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x27} (\text{Ga}_{1-z27} \text{Al}_{z27})_{1-x27} \text{As}_{1-y27} \text{P}_{y27}$ ($0.0 \leq x27 \leq 1.0$, $y27=y1$, $0.0 \leq z27 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x28} (\text{Ga}_{1-z28} \text{Al}_{z28})_{1-x28} \text{As}_{1-y28} \text{P}_{y28}$ ($0.0 \leq x28 \leq 1.0$, $y28=y1$, $0.0 \leq z28 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x29} (\text{Ga}_{1-z29} \text{Al}_{z29})_{1-x29} \text{As}_{1-y29} \text{P}_{y29}$ ($0.0 \leq x29 \leq 1.0$, $y29=y1$, $0.0 \leq z29 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x30} (\text{Ga}_{1-z30} \text{Al}_{z30})_{1-x30} \text{As}_{1-y30} \text{P}_{y30}$ ($0.0 \leq x30 \leq 1.0$, $y30=y1$, $0.0 \leq z30 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二障壁層の組成を $\text{In}_{x31} (\text{Ga}_{1-z31} \text{Al}_{z31})_{1-x31} \text{As}_{1-y31} \text{P}_{y31}$ ($0.0 \leq x31 \leq 1.0$, $y31=y1$, $0.0 \leq z31 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二導電型クラッド層の組成を $\text{In}_{x32} (\text{Ga}_{1-z32} \text{Al}_{z32})_{1-x32} \text{As}_{1-y32} \text{P}_{y32}$ ($0.0 \leq x32 \leq 1.0$, $y32=y1$, $0.0 \leq z32 \leq 1.0$) とし、前記第一および第二

$1-x_4 \text{ Al}_{x_4})_{1-x_4} \text{ As}_{1-y_4} \text{ P}_{y_4}$ ($0.0 \leq x_4 \leq 1.0$, $0.0 \leq y_4 \leq 0.9$, $0.0 \leq z_3 \leq 1.0$) とすることが好ましい。

【0008】ここで、第一導電型および第二導電型という言葉は伝導機構の異なることを明らかにするために用いており、例えば第一導電型がn型に対応する場合は第二導電型はp型に対応するものである。

【0009】

【発明の効果】本発明のIII-V族半導体レーザは、活性層がAlを含まない組成であり、圧縮歪を有する障壁層により量子井戸活性層の引張り歪が補償されるため信頼性を向上させることができる。

【0010】さらに、活性層、障壁層、光導波層のV族組成が同一であるため、MOCVD法による成長の際、各層間でV族水素化合物ガスの切替の必要がないために、界面および界面の上に成長する結晶の品質を向上することができ、また、光導波層と障壁層間の界面での成長中断時間を短縮して、界面に欠陥を発生させずにレーザ構造を作製することができる。これらの結果として、高出力発振時においても信頼性の高いレーザ素子を提供することができる。

【0011】なお、本発明の半導体レーザの好ましい組成域による半導体層構成により、圧縮歪障壁層のバンドギャップを光導波層のバンドギャップより高くすることができるので、発光効率および発振閾値電流の温度依存性を小さくすることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。

【0013】図1は、本発明の第一の実施形態の半導体レーザの素子断面図を示すものである。有機金属気相成長法(MOCVD法)によりn-GaAs基板1上に、n-In_{x4}(Ga_{1-x4}Al_{x4})_{1-x4}As_{1-y4}P_{y4}クラッド層2、In_{x3}(Ga_{1-x3}Al_{x3})_{1-x3}As_{1-y}P_y光導波層3、In_{x2}(Ga_{1-x2}Al_{x2})_{1-x2}As_{1-y}P_y圧縮歪障壁層4、In_{x1}Ga_{1-x1}As_{1-y}P_y引張り歪量子井戸活性層5、In_{x2}(Ga_{1-x2}Al_{x2})_{1-x2}As_{1-y}P_y圧縮歪障壁層6、In_{x3}(Ga_{1-x3}Al_{x3})_{1-x3}As_{1-y}P_y光導波層7、p-In_{x4}(Ga_{1-x4}Al_{x4})_{1-x4}As_{1-y4}P_{y4}クラッド層8、p-GaAsコンタクト層9を順次積層する。その後コンタクト層、基板のそれぞれにp側電極10およびn側電極11を形成して完成する。

【0014】なお、クラッド層2、8および光導波層3、7はGaAs基板1に格子整合する組成とする。圧縮歪障壁層4、6の厚みは結晶成長中に転位等の欠陥を発生させない厚みに設定し、圧縮歪障壁層4、6の歪量は、活性層5を挟む2層で活性層5の引張り歪を補償するように設定する。この際、活性層5、光導波層3、7および圧縮歪障壁層4、6のV族組成As、Pの組成比が同じであることから、MOCVD成長においてそれぞれの原料とであるAsH₃、PH₃のV族原料を切り換える必要がないために、安定にヘテロ界面を形成することが可能とな

る。

【0015】上記実施形態では、単純なダブルヘテロ構造の形成のみ記載しているが、これらの構成に絶縁膜ストライプを形成し利得導波ストライプレーザを形成したり、通常のリソグラフィやドライエッチングによる加工を行い屈折率導波機構付き半導体レーザ、回折格子付きの半導体レーザや光集積回路の作製にも用いることが可能である。

【0016】本発明の第二の実施形態の半導体レーザの素子断面概略図を図2に示す。有機金属気相成長法(MOCVD法)によりn-GaAs基板21上に、n-In_{x4}(Ga_{1-x4}Al_{x4})_{1-x4}As_{1-y4}P_{y4}クラッド層22、In_{x3}(Ga_{1-x3}Al_{x3})_{1-x3}As_{1-y}P_y光導波層23、In_{x2}(Ga_{1-x2}Al_{x2})_{1-x2}As_{1-y}P_y圧縮歪障壁層24、In_{x1}Ga_{1-x1}As_{1-y}P_y引張り歪量子井戸活性層25、In_{x2}(Ga_{1-x2}Al_{x2})_{1-x2}As_{1-y}P_y圧縮歪障壁層26、In_{x3}(Ga_{1-x3}Al_{x3})_{1-x3}As_{1-y}P_y光導波層27、p-In_{x4}(Ga_{1-x4}Al_{x4})_{1-x4}As_{1-y4}P_{y4}上部第一クラッド層28、p-In_{x4}(Ga_{1-x4}Al_{x4})_{1-x4}Pエッチング阻止層29、p-In_{x4}(Ga_{1-x4}Al_{x4})_{1-x4}As_{1-y4}P_{y4}上部第二クラッド層30、p-GaAsコンタクト層31を順次積層し、この上にSiO₂等の絶縁膜32を形成する。

【0017】なお、クラッド層22、28、30および光導波層23、27はGaAs基板21に格子整合する組成とする。圧縮歪障壁層24、26の厚みは結晶成長中に転位等の欠陥を発生させない厚みに設定し、圧縮歪障壁層24、26の歪量は、活性層25を挟む2層で活性層25の引張り歪を補償するように設定する。

【0018】この後、通常のリソグラフィにより、幅3μm程度のストライプで、これに連続する周辺部に平行な幅6μm程度のストライプ絶縁膜32を除去し、この絶縁膜32をマスクとしてウエットエッチングによりp-In_{x4}(Ga_{1-x4}Al_{x4})_{1-x4}Pエッチング阻止層29上部まで除去してリッジストライプを形成する。エッチング液として硫酸と過酸化水素水系とを用いると、エッチングはp-In_{x4}(Ga_{1-x4}Al_{x4})_{1-x4}Pエッチング阻止層29で自動的に停止する。p-In_{x4}(Ga_{1-x4}Al_{x4})_{1-x4}As_{1-y4}P_{y4}第一上部クラッド層28の厚みは、共振器中央部のリッジ構造の幅の導波路で単一基本モードによる屈折率導波が高出力まで達成できるような厚みとする。

【0019】その後、絶縁膜33を形成し、通常のリソグラフィによりリッジストライプ上の絶縁膜33を除去し、p側電極34を形成する。また、基板の研磨を行いn側電極35を形成する。

【0020】その後、試料を劈開して形成した共振器面に高反射率コートおよび低反射率コートを行い、チップ化して半導体レーザ素子を形成する。上記構造により、単一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力のレーザ光を発生させる。

【0021】上記第二の実施形態においては、上部第二クラッド層30をp-In_{x4}(Ga_{1-x4}Al_{x4})_{1-x4}As_{1-y4}P_{y4}とし

ているが、エッチング阻止層29と同じ組成である $p\text{-In}_{x4}(\text{Ga}_{1-x4}\text{Al}_{x4})_{1-x4}\text{P}$ としてもよい。この場合、 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層31を硫酸と過酸化水素水系を用いてエッチングし、 $p\text{-In}_{x4}(\text{Ga}_{1-x4}\text{Al}_{x4})_{1-x4}\text{P}$ 上部第二クラッド層30を塩素系でエッチングすれば、 $p\text{-In}_{x4}(\text{Ga}_{1-x4}\text{Al}_{x4})_{1-x4}\text{ASi}_{1-y4}\text{P}_{y4}$ 上部第一クラッド層28の上部で自動的にエッチングが停止する。その後、上記プロセスにより、リッジ構造の屈折率ストライプレーザを作製することができる。

【0022】また、上記エッチング停止機構を用いて、3回の成長により埋め込み構造の屈折率導波レーザを作製することが可能である。

【0023】上記第一および第二の実施形態では、特に量子井戸が単一で光導波層組成が一定のSQW-SCHと呼ばれる構造を示したが、SQWの代わりに量子井戸を複数とするMQWであってもよい。

【0024】また、発振する波長帯に関しては、引張り歪(歪量0.3%以上)を有する $\text{In}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{Asi}_{1-y}\text{P}_y$ 量子井戸活性層 ($0.1 \leq y \leq 0.9$) により、 $630\text{nm} < \lambda < 800\text{nm}$ の範囲までの制御が可能である。

【0025】なお、成長法として、固体あるいはガスを原料とする分子線エピタキシャル成長法を用いてもよい。

【0026】なお、本発明による半導体レーザは、高速な情報・画像処理および通信、計測、医療、および印刷等の分野において、光源として応用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第一の実施形態の半導体レーザ素子断面概略図

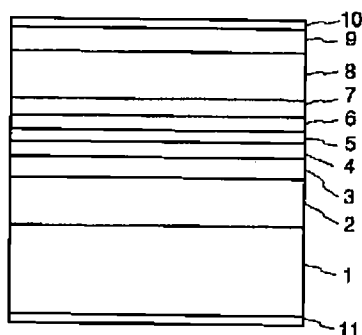
【図2】本発明に係る第二の実施形態の半導体レーザ素子

* 子断面概略図

【符号の説明】

- | | |
|----|---|
| 1 | n-GaAs基板 |
| 2 | n-In _{x4} (Ga _{1-x4} Al _{x4}) _{1-x4} ASi _{1-y4} P _{y4} クラッド層 |
| 3 | In _{x3} (Ga _{1-x3} Al _{x3}) _{1-x3} ASi _{1-y} P _y 光導波層 |
| 4 | In _{x2} (Ga _{1-x2} Al _{x2}) _{1-x2} ASi _{1-y} P _y 圧縮歪障壁層 |
| 5 | In _{x1} Ga _{1-x1} ASi _{1-y} P _y 引張り歪量子井戸活性層 |
| 6 | In _{x2} (Ga _{1-x2} Al _{x2}) _{1-x2} ASi _{1-y} P _y 圧縮歪障壁層 |
| 7 | In _{x3} (Ga _{1-x3} Al _{x3}) _{1-x3} ASi _{1-y} P _y 光導波層 |
| 8 | p-In _{x4} (Ga _{1-x4} Al _{x4}) _{1-x4} ASi _{1-y4} P _{y4} クラッド層 |
| 9 | p-GaAs コンタクト層 |
| 10 | p 側電極 |
| 11 | n 側電極 |
| 21 | n-GaAs基板 |
| 22 | n-In _{x4} (Ga _{1-x4} Al _{x4}) _{1-x4} ASi _{1-y4} P _{y4} クラッド層 |
| 23 | In _{x3} (Ga _{1-x3} Al _{x3}) _{1-x3} ASi _{1-y} P _y 光導波層 |
| 24 | In _{x2} (Ga _{1-x2} Al _{x2}) _{1-x2} ASi _{1-y} P _y 圧縮歪障壁層 |
| 25 | In _{x1} Ga _{1-x1} ASi _{1-y} P _y 引張り歪量子井戸活性層 |
| 26 | In _{x2} (Ga _{1-x2} Al _{x2}) _{1-x2} ASi _{1-y} P _y 圧縮歪障壁層 |
| 27 | In _{x3} (Ga _{1-x3} Al _{x3}) _{1-x3} ASi _{1-y} P _y 光導波層 |
| 28 | p-In _{x4} (Ga _{1-x4} Al _{x4}) _{1-x4} ASi _{1-y4} P _{y4} 上部第一クラッド層 |
| 29 | p-In _{x4} (Ga _{1-x4} Al _{x4}) _{1-x4} P エッチング阻止層 |
| 30 | p-In _{x4} (Ga _{1-x4} Al _{x4}) _{1-x4} ASi _{1-y4} P _{y4} 上部第二クラッド層 |
| 31 | p-GaAs コンタクト層 |
| 33 | 絶縁膜 |
| 34 | p 側電極 |
| 35 | n 側電極 |

【図1】



【図2】

